

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 17 778.7

**Anmeldetag:** 16. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** SUSS MicroTec Test Systems GmbH,  
01561 Thiendorf/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der  
Positionierung eines ersten Objektes relativ  
zu einem zweiten Objekt

**IPC:** G 05 D, H 01 L, G 01 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**  
Patentanwälte European Patent Attorneys European Trademark Attorneys  
Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden ·  
Telefon +49 (0) 3 51.3 18 18-0  
Telefax +49 (0) 3 51.3 18 18 33

Ad/Ad

16. April 2003



- 5 SUSS MicroTec Test Systems GmbH  
01561 Sacka

- 10 Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionierung  
eines ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt ✓

Zusammenfassung

- 15 Der Erfindung, die ein Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit  
der Positionierung eines ersten Objektes relativ zu einem zwei-  
ten Objekt, unter Nutzung einer Erkennung von Strukturen auf  
dem zweiten Objekt, die eine minimale Strukturbreite aufweisen,  
insbesondere zum Einsatz bei der Herstellung von Halbleiterbau-  
20 elementen betrifft, liegt die Aufgabe zugrunde, den nachteiligen  
Einfluss einer thermischen Drift zwischen einem ersten und  
einem zweiten Objekt bei einer Positionierung eines ersten Ob-  
jektes auf einem zweiten Objekt zu verhindern. Dies wird da-  
durch gelöst, dass vor oder zu dem zweiten Zeitpunkt mit einem  
25 zweiten Erkennungsverfahren eine Relativverschiebung des ersten  
Objektes zu dem zweiten Objekt bezüglich des ersten Zeitpunk-  
tes, zumindest jedoch zu dessen zeitlicher Nähe ermittelt wird  
und die Lage des zweiten Objektes bei der Positionierung auf  
dem zweiten Objekt mit Korrekturwerten korrigiert werden, die  
30 der ermittelten Relativverschiebung entsprechen. (Fig. 2)



**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**  
Patentanwälte European Patent Attorneys European Trademark Attorneys  
Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden  
Telefon +49 (0) 3 51.3 18 18-0  
Telefax +49 (0) 3 51.3 18 18 33

Ad/Ad

16. April 2003

- 5 **SUSS MicroTec Test Systems GmbH**  
01561 Sacka

10 **Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionierung  
eines ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt**

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionierung eines ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt, unter Nutzung einer Erkennung von Strukturen auf dem zweiten Objekt, die eine minimale Strukturbreite aufweisen, insbesondere zum Einsatz bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen. Bei dem Verfahren wird zu einem ersten Zeitpunkt mit einem ersten Erkennungsverfahren die Lage des ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt ermittelt. Die Auflösungsgenauigkeit des ersten Erkennungsverfahrens ist dabei höher als die minimale Strukturbreite. Das erste Objekt wird zu einem zweiten Zeitpunkt auf dem zweiten Objekt auf einer Objekt-Sollposition positioniert. Dabei ist zumindest das erste oder das zweite Objekt mittels einer Positioniereinrichtung bewegbar. Während des Verfahrens werden Bilder eines Beobachtungsbereiches, der zumindest das erste Objekt und die Sollposition umfasst, erfasst.

- In vielen Bereichen der Technik ist es erforderlich, Objekte relativ zueinander mit hoher Präzision zu positionieren. Auch auf dem Gebiet der Halbleitertechnik besteht dieses Erforder-

nis, beispielsweise beim Testen von Halbleiterbauelementen. So-  
genannte Prober dienen dabei dem Testen dieser Halbleiterbau-  
elemente. Diese Halbleiterbauelemente sind auf Halbleiterschei-  
ben aufgebracht. Auf einer Halbleiterscheibe befinden sich in  
5 der Regel mehrere Halbleiterbauelemente gleicher Konfiguration.  
Auf diesen Halbleiterbauelementen sind an verschiedenen Stellen  
(bei jedem Halbleiterbauelement auf der Halbleiterscheibe an  
der gleichen Stelle) Kontaktinseln angeordnet. Beim Testen wer-  
den diese Kontaktinseln dann von Spitzen an Kontaktiernadeln  
10 kontaktiert.

Mittels einer solchen Kontaktierung wird dann ein elektrischer  
Kontakt zu dem Halbleiterbauelement hergestellt, einerseits um  
diesen mit bestimmten Signalen zu beaufschlagen, andererseits  
um die Reaktion auf diese Signale zu messen.

15 Der Positionierung der Kontaktiernadel als ein erstes Objekt  
relativ zu den Kontaktinseln auf dem Halbleiterbauelement als  
dem zweiten Objekt wird nach dem Stand der Technik unter op-  
tisch visueller Kontrolle vorgenommen. Hierbei wird das Halb-  
leiterbauelement von oben mittels eines Mikroskops beobachtet  
20 und dann unter Beobachtung die Nadelspitze auf die entsprechen-  
den Kontaktinseln positioniert.

Wenn einmal die Kontaktnadeln so eingestellt sind, dass sie auf  
den Kontaktinseln des Halbleiterbauelementes liegen, ist der  
Einstellvorgang beendet.

25 Es ist auch möglich, die Kontaktnadeln mit einer entsprechenden  
Einstellung auf einer sogenannten Nadelkarte zu montieren, so  
dass je Typ eines Halbleiterbauelementes eine bestimmte Nadel-  
karte eingesetzt wird.

Sodann ist es erforderlich, ein weiteres zu testendes Halblei-

terbauelement unter die eingestellten Kontaktiernadeln so zu bringen, dass die Kontaktiernadeln wiederum die Kontaktinseln kontaktieren. Ist dies geschehen, kann der nächste Testvorgang vorgenommen werden.

- 5 Die Positionierung eines jeden Halbleiterbauelementes unter der Struktur von Kontaktnadeln kann manuell unter visueller Beobachtung geschehen.

Bei automatischen Probern kann auch jedes Halbleiterbauelement unter die Struktur von Kontaktiernadeln automatisch gebracht werden, wenn der Abstand der Halbleiterbauelemente in zwei horizontalen Richtungen  $x$  und  $y$  und ein Verdrehwinkel  $\phi$  bekannt ist. Dabei wird dann die Verschiebung der Halbleiterscheibe berechnet, die erforderlich ist, um eine exakte Positionierung vorzunehmen.

- 10  
15 Die visuelle Beobachtung kann auch mit automatischen Bildererkennungssystemen vorgenommen werden. Dabei wird eine Mustererkennung (pattern recognition) vorgenommen, indem zu einem ersten Zeitpunkt von einer Videokamera, einer CCD-Zeile oder -Matrix oder anderen Bildaufnahmegeräten ein Bild des beobachteten Bereiches des Halbleiterbauelementes aufgenommen wird. Aufgrund der Oberflächenstruktur des Halbleiterbauelementes weist dieses ein Muster auf. Dieses Muster ist signifikant für das Bauelement. Wenn nun ein weiteres gleiches Bauelement getestet werden soll, dann zeigt dieses das gleiche Muster. Aus der Lagedifferenz zwischen beiden Mustern kann dann das pattern recognition System geometrische Korrekturwerte ermitteln, mit denen es ermöglicht wird, das aktuell zu testende Halbleiterbauelement genau unter die Nadelstruktur mittels einer Positioniereinrichtung zu positionieren.

- 20  
25  
30 Bei einer zunehmenden Miniaturisierung der Strukturen auf den

2

4

Halbleiterbauelementen werden an die Positionierung des Halbleiterbauelementes zu den Spitzen der Kontaktiernadeln erhebliche Anforderungen gestellt.

5 So werden zur Kontaktierung von Strukturen bis in Bereiche von 100 nm Breite AFM-Prober eingesetzt, die nach dem Prinzip der Atomkraftmikroskopie (atomic force microscopy = AFM) arbeiten. Dabei wird die Kontaktiernadel in einem geringen Abstand über die Oberfläche des Halbleiterbauelementes, insbesondere des Bereiches, in dem sich die Kontaktinsel befindet, bewegt. Durch 10 die Bewegung wird infolge einer zwischen der Kontaktnadel und der Halbleiteroberfläche auftretenden Wechselwirkungskraft das Topografiebild des Bereiches der Halbleiteroberfläche gescannt. Damit wird die exakte Lage der Kontaktinsel ermittelt, ohne dass eine visuelle Beobachtung erforderlich ist, die wegen der 15 geringen Breite der Strukturen, die in der Größe der Wellenlänge des Lichts liegen und damit optisch nicht mehr ausreichend aufgelöst werden können, ausgeschlossen ist.

Die Kontaktiernadel wird bei AFM-Probern als Cantilever bezeichnet. Zur Bewegung des Cantilever steht ein Piezo-Antrieb 20 zur Verfügung, mit dem der Cantilever eine Scan-Bewegung ausführt, um eine Abbild von der darunter befindlichen Oberfläche, einen Scan, zu erhalten.

Beim Einsatz des AFM-Probers wird zu einem ersten Zeitpunkt der Bereich der späteren Kontaktierung mit dem Cantilever gescannt. 25 Nach Vorliegen des Scans wird die Spitze des Cantilever auf die ermittelte Sollposition gebracht und zu einem zweiten Zeitpunkt kontaktiert.

Problematisch ist dabei, dass Halbleiterscheibe und Cantilever thermischen Einflüssen ausgesetzt sind. Dies führt zu einer 30 thermischen Drift in der Zeitspanne zwischen dem ersten und dem

zweiten Zeitpunkt, d.h. allgemein ausgedrückt, entsteht eine Relativverschiebung zwischen dem ersten und dem zweiten Objekt. Insbesondere tritt diese Erscheinung beim Testen von Halbleiterbauelementen unter thermisch kontrollierten Bedingungen auf.

- 5 Hier wird ein sogenannter Thermo-Chuck eingesetzt, der einerseits während des Testvorganges die Halbleiterscheibe festspannt und andererseits eine Solltemperatur in einem höheren oder niedrigeren Temperaturbereich im Vergleich zur Raumtemperatur einstellt. Die Temperaturveränderung der Halbleiterscheibe hat, beispielsweise in Folge der Wärmestrahlung, auch
- 10 Einfluss auf den Antrieb des Cantilever, wodurch die Drift eintritt, die insbesondere bei den geringen Strukturbreiten nicht mehr vernachlässigt werden kann, da beim Kontaktieren der Cantilever in Folge der Drift nicht mehr die Position trifft, die
- 15 vorher bei dem Scan-Vorgang ermittelt worden ist.

Wie schnell ersichtlich ist, kann hier selbst eine Thermostatierung der Umgebung keine Abhilfe schaffen, da die Drift durch das Verfahren selbst generiert wird.

- Diese Problematik kann auch auf anderen Anwendungsgebieten, insbesondere auf dem Gebiet der Halbleitertechnik, hier beispielsweise beim Bonden, auftreten, weshalb in allgemeiner Formulierung von einer Drift zwischen zwei Objekten auszugehen ist.
- 20

- Aufgabe der Erfindung ist es also, den nachteiligen Einfluss einer thermischen Drift zwischen einem ersten und einem zweiten Objekt bei einer Positionierung eines ersten Objektes auf einem zweiten Objekt zu verhindern.
- 25

- Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass vor oder zu dem zweiten Zeitpunkt mit einem zweiten Erkennungsverfahren eine Relativverschiebung des ersten Objektes zu dem
- 30



8

6

zweiten Objekt bezüglich des ersten Zeitpunktes, zumindest jedoch zu dessen zeitlicher Nähe ermittelt wird und die Lage des zweiten Objektes bei der Positionierung auf dem zweiten Objekt mit Korrekturwerten korrigiert werden, die der ermittelten Relativverschiebung entsprechen.

Durch dieses Verfahren wird eine Temperaturdrift, die zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten liegt, durch die Korrektur über die festgestellte Relativverschiebung eliminiert.

In einer günstigen Ausführung des Verfahrens ist vorgesehen, dass als zweites Erkennungsverfahren ein Mustererkennungsverfahren eingesetzt wird. Mustererkennungsverfahren, auch pattern recognition genannt, nehmen Bilder des Beobachtungsbereiches auf und erfassen in diesen Bildern enthaltene Muster. Durch einen Vergleich zweier gleicher Muster, die in der Abbildung gegeneinander verschoben oder verdreht sind, lassen sich die Koordinatenunterschiede eines jeden Bildpunktes beider Muster ermitteln. Damit ist die computergestützte Berechnung der Lageverschiebung beider Muster zueinander möglich. Erfindungsgemäß wird nun dieses an sich bekannte Verfahren der gesteuerten Positionierung des ersten Objektes auf dem zweiten Objekt überlagert, wodurch die Lagekorrektur ermöglicht wird.

Da bei den Mustererkennungsverfahren Muster erkannt werden, die nicht notwendiger Weise scharfe Bilder darstellen müssen ist es möglich, dass die Auflösegenauigkeit des Mustererkennungsverfahrens geringer ist, als die minimale Strukturbreite. Dadurch lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren sehr einfach und kostengünstig realisieren.

Obwohl es grundsätzlich möglich ist, das zweite Erkennungsverfahren in einer Auflösegenauigkeit durchzuführen, die der minimalen Strukturbreite entspricht oder gar größer

10

7

ist, kann auch ein Verfahren zum Einsatz gelangen, das geringere Anforderungen an die Auflösengenauigkeit stellt. Beispielsweise ist es möglich, bei geringen Strukturbreiten in der Halbleitertechnik, die im Wellenlängenbereich des Lichtes liegen, Rasterelektronenmikroskope für das zweite Erkennungsverfahren einzusetzen. Diese Mikroskope würden dann den Beobachtungsbereich scharf abbilden. Diese scharfe Abbildung würde jedoch für ein Mustererkennungssystem genauso ein Muster darstellen, wie das Abbild eines optischen Mikroskopes, das in Folge der Nähe zur Wellenlänge des Lichtes zwangsläufig unscharf wäre. Da die Unschärfe jedoch die Charakteristik eines Musters (im Unterschied zu einem Abbild) nicht nachteilig beeinflusst, kann das Mustererkennungsverfahren also im Lichtbereich arbeiten, d.h. in diesem Beispiel mit einer geringeren Auflösengenauigkeit als die minimale Strukturbreite.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist durch die Schritte gekennzeichnet,

- dass die Positioniereinrichtung zu dem ersten Zeitpunkt  $T_0$  in eine Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  gebracht wird,
- dass in zeitlicher Nähe zu dem ersten Zeitpunkt  $T_0$ , während sich die Positioniereinrichtung in der Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  befindet, mittels des Mustererkennungsverfahrens ein erstes Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das zweite Objekt umfasst,
- dass in zeitlicher Nähe zu dem ersten Zeitpunkt  $T_0$ , während sich die Positioniereinrichtung in der Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  befindet, mittels des Mustererkennungsverfahrens ein zweites Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird,

das mindestens das erste Objekt umfasst,

- dass die Positioniervorrichtung vor dem zweiten Zeitpunkt, in die Grundposition  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $\phi_0$  gebracht wird, mittels des Mustererkennungsverfahrens ein drittes Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das zweite Objekt umfasst, und mittels des Mustererkennungsverfahrens ein viertes Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das erste Objekt umfasst,
- dass mittels des Mustererkennungsverfahrens aus dem ersten und dem dritten Bildmuster eine erste Musterverschiebung des ersten Objektes und aus dem zweiten und dem vierten Bildmuster zweite Musterverschiebung ermittelt und aus erster und zweiter Musterverschiebung die Relativverschiebung berechnet wird und
- dass mit der errechneten Relativverschiebung die Sollposition  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $\phi_1$  der Positioniereinrichtung zum zweiten Zeitpunkt korrigiert wird.

Durch diese Ausführungsform wird die Drift sowohl des ersten als auch des zweiten Objektes bezüglich der Grundposition der Positioniereinrichtung ermittelt. Damit werden die Verschiebungen beider Objekte mit einbezogen. Aus der Differenz der jeweils beiden Bildmuster der beiden Objekte lässt sich die Verschiebung der Bildmuster des jeweiligen Objektes und damit die des Objektes selbst ermitteln. Aus den Verschiebungen der beiden Objekte wird dann die Relativverschiebung beider Objekte zueinander berechnet, was möglich wird, da sich die Verschiebungen beider Objekte auf eine gemeinsame Basis, nämlich die der Grundposition beziehen.

Zweckmäßiger Weise wird bei einem Mustererkennungsverfahren nur

12

in der Grundposition und in der Sollposition der Positionier-  
einrichtung nur jeweils ein gemeinsames Bildmuster des ersten  
und des zweiten Objektes aufgenommen. Da das Muster des ersten  
Objektes als bekannt vorausgesetzt werden kann, kann dann be-  
5 reits mittels des Mustererkennungsverfahrens das erste Muster  
(oder das zweite Muster, wenn dessen Konfiguration bekannt ist)  
aus dem gemeinsamen Bildmuster heraus festgestellt werden. Da-  
bei ist in einer Fortbildung des Verfahrens das erste Bildmus-  
ter gleich dem zweiten Bildmuster und/oder das dritte Bildmus-  
10 ter gleich dem vierten Bildmuster.

In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist  
vorgesehen, dass nach dem zweiten Objekt die Relativverschie-  
bungen weiterer Objekte in gleicher Art und Weise ermittelt  
werden, aus denen bei der Positionierung der weiteren Objekte  
15 auf dem ersten Objekt ebenfalls Korrekturwerte zur Korrektur  
derer Sollpositionen ermittelt werden. Werden beispielsweise  
mehrere Kontaktnadeln oder Cantilever zum Testen von Halblei-  
terbauelementen eingesetzt wird es damit möglich, sämtliche  
Driften aller dieser Objekte zu korrigieren.

20 Zur Sicherstellung, dass die ersten Objekte auch tatsächlich  
auf der Objekt-Sollposition verbleiben, auch wenn während des  
weiteren Ablaufes nach der Positionierung des ersten Objektes  
auf dem zweiten Objekt eine Drift eintritt, ist vorgesehen,  
dass nach dem zweiten Zeitpunkt die Ermittlung der Relativver-  
25 schiebung bezüglich der zeitlichen Nähe des ersten Zeitpunktes  
wiederholt wird und die Lage des positionierten ersten Objektes  
auf dem zweiten Objekt so nachgeführt wird, dass die Objekt-  
Sollposition des ersten Objektes auf dem zweiten Objekt ein-  
gehalten wird.

30 Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispi-

13

les näher erläutert werden.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

Fig. 1 / die Abbildung eines Beobachtungsbereiches zu dem ersten Zeitpunkt und

5 Fig. 2 / die Abbildung des Beobachtungsbereiches zu dem zweiten Zeitpunkt.

Das Ausführungsbeispiel bezieht sich auf das Testen von Halbleiterbauelementen 1 mittels eines Cantilevers 2. An dem Cantilever 2 sind nicht näher dargestellte elektrisch leitende Verbindungen angeschlossen, die der Beaufschlagung des 2 mit Testsignalen und der Aufnahme und Weiterleitung von Reaktionssignalen dienen.

Der Cantilever ist auch mit einer nicht näher dargestellten Positioniereinrichtung verbunden. Diese Positioniereinrichtung wird von einem Piezo-Quarz angetrieben, das zwar makroskopisch gesehen nur sehr kleine Bewegungen ausführen kann, die jedoch mikroskopisch gesehen, den gesamten Beobachtungsbereich überdecken. Mittels des Piezo-Quarzes können diese Bewegungen sehr schnell ausgeführt werden, so dass eine Scannen des Cantilever 2 über die Oberfläche des Halbleiterbauelementes 1 erfolgen kann. Über das Prinzip der Atomkraftmikroskopie wird damit die Oberfläche erfasst. Somit wird auch die Lage einer Kontaktinsel 3 erfasst, auf die die Spitze 4 des Cantilever 2 positioniert werden kann.

25 In der in Fig. 1 dargestellten ersten Position ist die Erfassung der Oberfläche des Halbleiterbauelementes 1 bereits abgeschlossen. Die Spitze 4 „kennt“ also ihre Sollposition auf der Kontaktinsel 3.

14

Die Oberfläche des Halbleiterbauelementes 1 wird mittels einer CCD-Kamera über den Beobachtungsbereich 5 beobachtet. Das in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellte Bild des Beobachtungsbereiches ist nur schematisch dargestellt, da die minimale Strukturbreite  $a = 100 \text{ nm}$  beträgt und somit sich der Beobachtungsbereich unscharf abbildet.

Das von der CCD-Kamera aufgenommene Bild wird im weiteren Prozess weiter verarbeitet, wie nachfolgend aufgezeigt wird. Dieses Bild kann auch über einen Monitor zur Beobachtung des Vorganges angezeigt werden.

Kurz vor dem Scannen der Oberfläche wurde die Halbleiterscheibe auf der sich das Halbleiterbauelement 1, das in Fig. 1 und Fig. 2 nur ausschnittsweise dargestellt ist, befindet, auf einen Thermochuck aufgelegt, um das Testen unter erhöhten Temperaturen durchzuführen. Die Halbleiterscheibe wird also aufgeheizt. Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Zeitpunkt hält der Aufheizprozess noch an.

Durch den Aufheizprozess entsteht eine thermische Drift, die in Fig. 2 sichtbar wird. Fig. 2 stellt den Beobachtungsbereich zum zweiten Zeitpunkt dar. Dort ist mit gestrichelten Linien die Lage des Cantilever 2, der Kontaktinsel 3 und weiterer Strukturelemente 6 aus Fig. 1 dargestellt. Damit wird die Drift zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt in Form einer Verschiebung  $\Delta y_{\text{obj}2}$ ,  $\Delta x_{\text{obj}2}$  der Kontaktinsel 3 und der Strukturelemente 6 in x- bzw. y-Richtung und einer Verschiebung  $\Delta y_{\text{obj}1}$  des Cantilever 2 in y-Richtung sichtbar. Der Cantilever 2 hat keine Drift in x-Richtung erfahren und weder der Cantilever 2 noch das Halbleiterbauelement 1 hat eine Winkelverschiebung um den Drehwinkel  $\varphi$  erfahren.

15

Das Ausführungsbeispiel wird mit nur einem Cantilever 2 beschrieben. Allerdings werden in der Praxis mehrere Cantilever zum Einsatz gelangen, wobei das nachfolgend beschriebene Verfahren in entsprechender Weise angewandt wird.

- 5 Direkt nach dem oben beschriebenen Scan wird kurz nach dem ersten Zeitpunkt  $T_0$  mit der Positioniereinrichtung in die Grundposition  $x_0, y_0, \phi_0$  gefahren. Dort wird ein Bildmuster entnommen, das mit dem Bildmuster in der Grundposition  $x_0, y_0, \phi_0$  zum zweiten Zeitpunkt  $T_1$  verglichen wird. Aus dem Mustervergleich
- 10 wird die Relativverschiebung zwischen dem Halbleiterbauelement 1 und dem Cantilever 2 aus den Verschiebungen  $\Delta y'_{obj2}, \Delta x'_{obj2}$  und  $\Delta y'_{obj1}$  der Bildmuster, die den realen Verschiebungen  $\Delta y_{obj2}, \Delta x_{obj2}$  und  $\Delta y_{obj1}$  der beiden Objekte entsprechen, errechnet. Bei einer Einstellung der Sollposition  $x_1, y_1, \phi_1$  zur Erzielung einer
- 15 Objekt-Sollposition, in der der Cantilever 2 über der Kontaktinsel 3 liegt, wird mit der Relativverschiebung die Sollposition  $x_1, y_1, \phi_1$  korrigierend berechnet.

- Üblicher Weise werden für die Ermittlung der Verschiebungen  $\Delta y'_{obj2}, \Delta x'_{obj2}$  und  $\Delta y'_{obj1}$  der Bildmuster je nur ein Bildmuster
- 20 des ersten und zweiten Zeitpunktes eingesetzt. Hierbei ist es erforderlich, dass dem System die Struktur des Cantilevers und das Bildmuster des Halbleiterbauelementes 1 gelehrt wird.

Für einen Cantilever werden folgende Schritte vollzogen:

- 25
1. Einlernen der Cantilever-Modelle (als Standardmodelle, nur notwendig bei einem neuen Cantilever-Typ oder bei einer anderen Vergrößerung
  2. Kalibrieren des Mustererkennungssystems zum Positionierantrieb des jeweiligen Cantilever 2 (nur

bei Neuinstallation oder Änderung der Vergrößerung,

3. Anfahren des Beobachtungsbereiches 5,
4. Herausfahren des Cantilevers 2 aus dem Beobachtungsbereich 5,
5. Automatischen Einlernen der Struktur des Halbleiterbauelementes 1,
6. Scannen und Fahren in Grundposition,
7. Erfassen der Struktur- und Cantilever-Koordinaten,
8. Nachregelung der Cantileverpositionen relativ zu den Strukturkoordinaten mit Hilfe der Positioniereinrichtung,
9. Erneutes Erfassen der Struktur- und Cantilever-Koordinaten und eventuelle Nachkorrektur (sukzessive Approximation)
10. Fahren in Objekt-Sollposition.

Für einen Fall mit mehreren Cantilevern werden folgende Schritte vollzogen:

1. Einlernen der Cantilever-Modelle (als Standardmodelle, nur notwendig bei einem neuen Cantilever-Typ oder bei einer anderen Vergrößerung)
2. Kalibrieren des Mustererkennungssystems zum Positionierantrieb des jeweiligen Cantilever 2 (nur bei Neuinstallation oder Änderung der Vergrößerung,
3. Anfahren und Einlernen einer speziellen Teststruktur,
4. Kontakt-Fahren aller Cantileverspitzen 4 auf der



17

14

Teststruktur und Erfassen der Struktur- und Cantilever-Koordinaten,

5. Sannnen mit einem Cantilever,

6. Fahren in Grundposition der jeweiligen Kontaktposition (die Kontaktposition, die einem Cantilever entspricht) und Erfassen der Teststruktur- und Cantilever-Kooordinaten,

7. Anfahren des Beobachtungsbereiches 5,

8. Herausfahren des Cantilevers 2 aus dem Beobachtungsbereich 5,

9. Automatisches Einlernen der Struktur des Halbleiterbau-elementes 1,

10. Scannen und Fahren in Grundposition,

11. Erfassen der Struktur- und Cantilever-Koordinaten,

12. Nachregelung der Cantileverpositionen relativ zu den Strukturkoordinaten mit Hilfe der Positioniereinrichtung,

13. Erneutes Erfassen der Struktur- und Cantilever-Koordinaten und eventuelle Nachkorrektur (sukzessive Approximation)

14. Fahren in Objekt-Sollposition.

18

15

**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**

Patentanwälte European Patent Attorneys European Trademark Attorneys

Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden

Telefon +49 (0) 3 51 3 18 18-0

Telefax +49 (0) 3 51 3 18 18 33

Ad/Ad

16. April 2003

5 SUSS MicroTec Test Systems GmbH

01561 Sacka /

10 Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionierung  
eines ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt /

Bezugszeichenliste

- 15 1 Halbleiterbauelement  
2 Cantilever  
3 Kontaktinsel  
4 Spitze des Cantilever  
5 Beobachtungsbereich  
20 6 Strukturelement

**LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER**  
Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys  
Krenkelstraße 3 · D-01309 Dresden  
Telefon +49 (0) 3 51 3 18 18-0  
Telefax +49 (0) 3 51 3 18 18 33

Ad/Ad

16. April 2003

5 **SUSS MicroTec Test Systems GmbH**  
01561 Sacka

10 **Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionierung  
eines ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt**

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionierung  
eines ersten Objektes relativ zu einem zweiten Objekt, unter  
Nutzung einer Erkennung von Strukturen auf dem zweiten Ob-  
jekt, die eine minimale Strukturbreite aufweisen, insbeson-  
dere zum Einsatz bei der Herstellung von Halbleiterbauele-  
20 menten, bei dem zu einem ersten Zeitpunkt mit einem ersten  
Erkennungsverfahren mit einer Auflösegenauigkeit, die höher  
als die minimale Strukturbreite ist, die Lage des ersten Ob-  
jektes relativ zu einem zweiten Objekt ermittelt wird und  
das erste Objekt zu einem zweiten Zeitpunkt auf dem zweiten  
25 Objekt auf einer Objekt-Sollposition positioniert wird, wo-  
bei zumindest das erste oder das zweite Objekt mittels einer  
Positioniereinrichtung bewegbar ist und wobei Bilder eines  
Beobachtungsbereiches, der zumindest das erste Objekt und  
die Sollposition umfasst, erfasst werden, dadurch  
30 gekennzeichnet, dass vor oder zu dem zweiten  
Zeitpunkt mit einem zweiten Erkennungsverfahren eine

20

Relativverschiebung des ersten Objektes zu dem zweiten Objekt bezüglich des ersten Zeitpunktes, zumindest jedoch zu dessen zeitlicher Nähe ermittelt wird und die Lage des zweiten Objektes bei der Positionierung auf dem zweiten Objekt mit Korrekturwerten korrigiert werden, die der ermittelten Relativverschiebung entsprechen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als zweites Erkennungsverfahren ein Mustererkennungsverfahren eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass, die Auflösungsgenauigkeit des Mustererkennungsverfahrens geringer ist, als die minimale Strukturbreite.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dass die Positioniereinrichtung zu dem ersten Zeitpunkt  $T_0$  in eine Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  gebracht wird,

dass in zeitlicher Nähe zu dem ersten Zeitpunkt  $T_0$ , während sich die Positioniereinrichtung in der Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  befindet, mittels des Mustererkennungsverfahrens ein erstes Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das zweite Objekt umfasst,

dass in zeitlicher Nähe zu dem ersten Zeitpunkt  $T_0$ , während sich die Positioniereinrichtung in der Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  befindet, mittels des Mustererkennungsverfahrens ein zweites Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das erste Objekt umfasst,

dass die Positioniervorrichtung vor dem zweiten Zeitpunkt,

21

in die Grundposition  $x_0, y_0, \varphi_0$  gebracht wird, mittels des Mustererkennungsverfahrens ein drittes Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das zweite Objekt umfasst, und mittels des Mustererkennungsverfahrens  
5 ein viertes Bildmuster aus dem Beobachtungsbereich erfasst wird, das mindestens das erste Objekt umfasst,

dass mittels des Mustererkennungsverfahrens aus dem ersten und dem dritten Bildmuster eine erste Musterverschiebung des ersten Objektes und aus dem zweiten und dem vierten  
10 Bildmuster zweite Musterverschiebung ermittelt und aus erster und zweiter Musterverschiebung die Relativverschiebung berechnet wird und

mit der errechneten Relativverschiebung die Sollposition  $x_1, y_1, \varphi_1$  der Positionseinrichtung zum zweiten Zeitpunkt  
15 korrigiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bildmuster gleich dem zweiten Bildmuster und/oder das dritte Bildmuster gleich dem vierten Bildmuster ist.

20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem zweiten Objekt die Relativverschiebungen weiterer Objekte in gleicher Art und Weise ermittelt werden, aus denen bei der Positionierung der weiteren Objekte auf dem ersten Objekt ebenfalls Korrekturwerte zur Korrektur derer Sollpositionen ermittelt werden.  
25

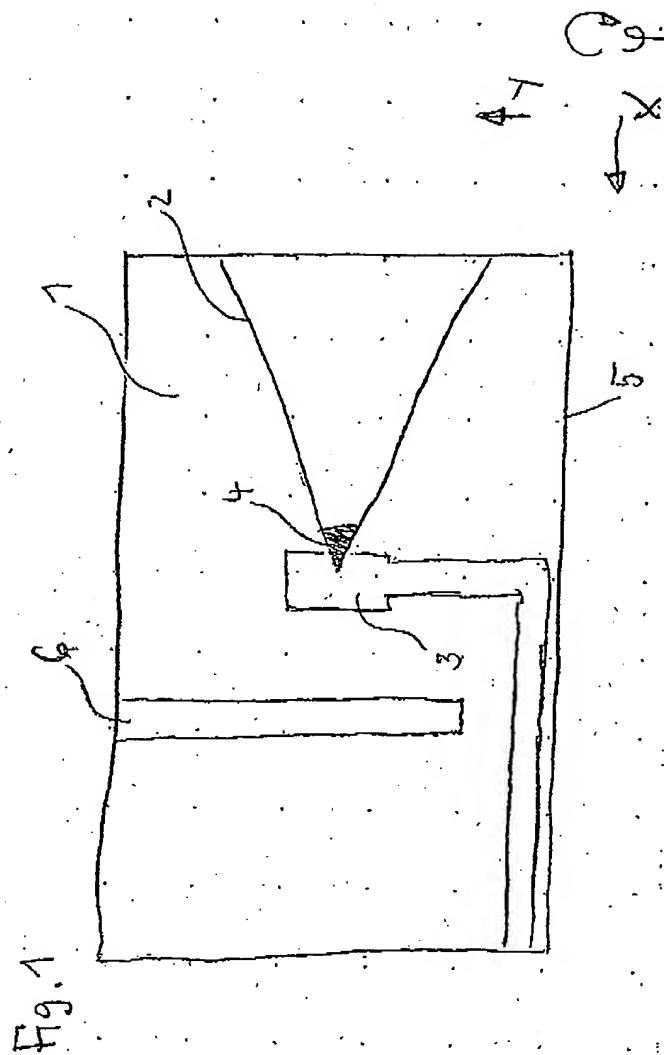
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem zweiten Zeitpunkt die Ermittlung der Relativverschiebung bezüglich der zeitlichen Nähe des ersten Zeitpunktes wiederholt wird und die Lage des

22

19

positionierten ersten Objektes auf dem zweiten Objekt so nachgeführt wird, dass die Objekt-Sollposition des ersten Objektes auf dem zweiten Objekt eingehalten wird.

23



24

